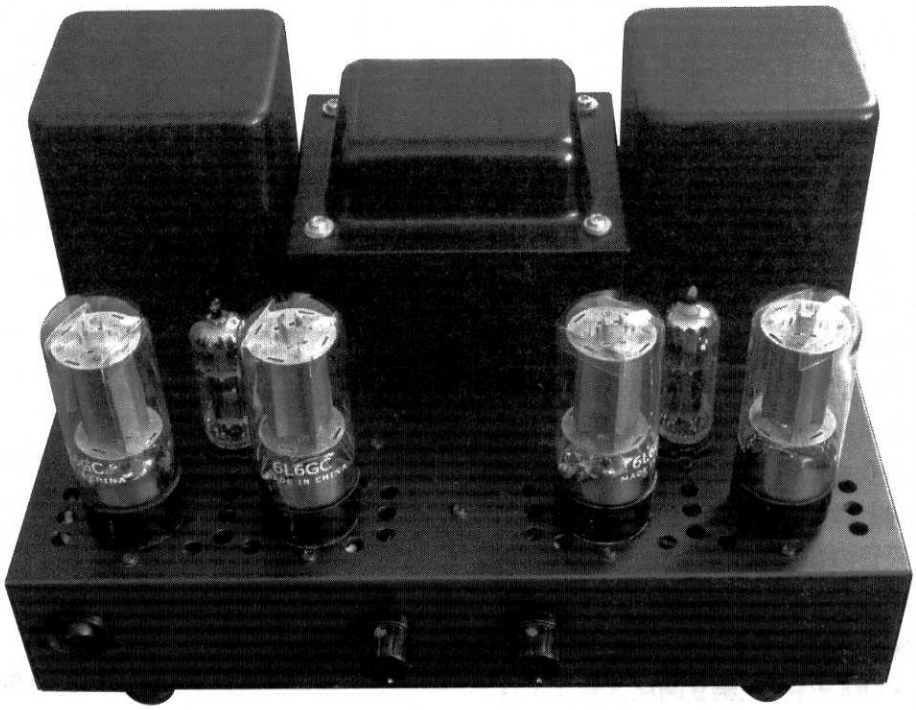
FET入力でゲインを稼いで出力25Wを確保

6L6GC CSPPアンプの製作

塩田春樹



●シャープで躍動感のあるCSPPらしい音

6L6GCファンのために

今月は6L6GCを使ったクロスシャント・プッシュプル(CSPP)のパワー・アンプを報告します.

6L6GCはいまでも多くのギター・アンプに使われているようですが,オーディオ用大出力管としてはやや陽の当たらない存在になりつつあるようです.しかし,古くからの真空管アンプ・ファンにはお馴染みのタマで,多くのかたは押入れのどこかに何本か眠らせておられるのではないでしょうか.

かくいう筆者も,以前に4本ペア(クァッド)で購入したものが眠っていました.特に筆者の場合はCSPPが多いものですから,大出力を狙う場合は,少しでもドライブが楽になることを意識して,できるだけgm=相互コンダクタンスの高いタマを選ぶ関係から,どうしても6L6は置いてけぼりになってしまいます(6L6GCのgmは5～6mSと,11mSのKT88の約半分です).

しかし,このように少し扱いにくいタマでも,というか,扱いにくいからこそ,CSPPの普及を願う筆者としては「こうすれば6L6もCSPPで活用できますよ」という製作例を報告し,多くの真空管アンプ・ファンの手持ちの6L6の復活を後押ししようと考えた次第です.

問題は,高電圧を使わないで利得を稼ぐこと

第1図が本アンプの全回路です.6L6を使うからには,やはり最大出力は25W以上を狙いたい,と誰しも考えるでしょう.この大出力に対応するために,いつもなら初段はオペアンプと双3極管を対にして使ったCasComp回路で必要な利得と振幅を稼ぐ2段増幅アンプとするところですが,オペアンプ・アレルギー層や振幅を稼ぐために印加する高電圧(DC500V前後)アレルギー層の存在がCSPPの普及を阻むというご意見があることを意識して,今回はオペアンプを使わない,高電圧にもしないことにしようと考えました.

このことは本誌2013年7月号の6BQ5アンプでも実行していたことですが,今回は出力管が6L6で,かつアンプの規模が大きいので,少々知恵を絞る必要があります.

CasComp回路と高電圧を使わない以上,やはり最大の問題は,6L6を相手に25～30Wの出力を取り出すためのドライブ電圧の確保と,1V入力で30W近くの最大出力と取り出せる利得の確保です.

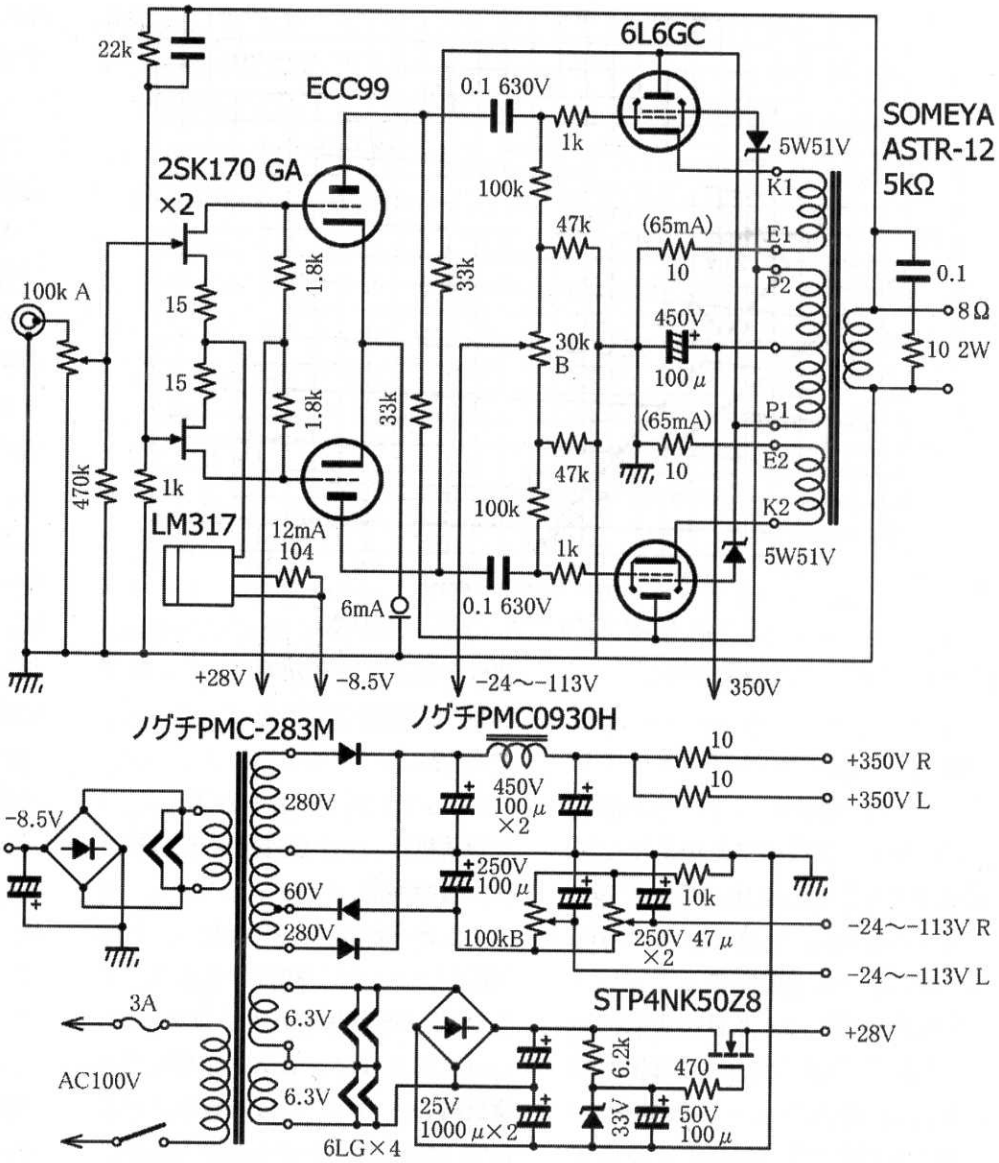
何度も繰り返しますが,CSPPではプレートと合わせカソードからも出力を取り出します.これは出力段に帰還をかけることですから,出力管の内部抵抗が下がり,ダンピング・ファクタが大きく上昇するので,CSPPの数多い利点の中の1つである歯切れのよい低音を生む理由です

が，一方で，このカソード帰還のために出力段の利得が2以下と大きく下がり，通常のPPの1/2～1/3程度になってしまいます．これがCSPPの最大の欠点です．

単純には，ふつうのPPの場合のゲインがCSPPの2倍，と控えめに見積もっても，CSPPの25W出力に必要な振幅はふつうのPPの4倍(=2倍の2乗)の100Wに相当しますから，そのたいへんさをご理解いただけると思います．しかも6L6のgmは高い方ではなく，利得は1.6程度しか期待できませんから，この欠点に輪をかけることになります．ドライブ管の管種選定，動作条件設定など，設計には相当のエネルギーの投入を必要とします．

そのため，少しでもドライブ条件を楽にするべく出力段の利得を大きくしようとすると，二律背反にぶつかります．5極管においてはスクリーン・グリッド(Sg)電圧を低くするとバイアスが浅くなって，利得が増えます．しかし，そうすると肝心の出力は減ってしまいます．所望の出力と利得の妥協点を模索する必要があります．

さらに，ドライブ段に高電圧をかけないで大きな出力電圧を取り出す手法としては，チョークをプレート負荷とする方法以外に，ドライブ段に出力段からブート・ストラップ(BS．注1)をかけるしか方法はないので，今回はこの手法を採るのですが，BSの御利益は出力段の利得が大きいほど大きくなり，かつ，出力段の負荷抵抗が大きいほど大きくなるので，前述の妥協点はさらに複雑



〈第1図〉ゲイン増に苦心した6L6GC CSPPパワー・アンプの全回路図

になると同時に，もう一つの問題を生みます．

というのも，出力段においては負荷抵抗が低いほど出力は増えますが，ドライブ段でのBS効果は減ってしまうのです．しかし，負荷抵抗が小さいほど，必要ドライブ電圧は小さくなって，ドライブ段の設計は楽になります(注2)．もちろん，この検討は，BSをかける前の定数(プレート電圧，名目負荷抵抗，電流値)との兼ね合いがあります．BS効果が反映されて所望の出力電圧となるような動作点を選ぶという問題は別にあるわけです．

これだけ多くの二律背反的要件が重なると，gmの低い出力管のCSPPで大出力を取り出す苦労がおわかりいただけると思います．

要するに，BSによるドライブ段の設計は，出力段の負荷抵抗，Sg電圧によって決まる利得と出力などのそれぞれが相反する条件に左右されるため，ほとんど無限といってよいほどの組合わせから1つを選択することになりますから，バラック・セットを組んで確認できる範囲を超えています．紙と鉛筆だけを使った時間と忍耐だけの作業です．

かくして得られたのが今回の回路設計値ですが，最適解かどうかは不明です．もっとよい解があろうかと

なっていますから，ブート・ストラップの負の影響は軽微といえます．これだけのDFがあれば，CSPPらしい音が得られることまちがいなしです．

(4) 残留雑音

入力オープン，入力VR最小位置で，無帰還時で右チャネルが0.71mV，左チャネルが0.56mVと1mVを割ってくれましたし，負帰還後はそれぞれ0.26mV，0.21mVと，比較的高感度（高増幅率）のアンプとしては優秀といってよいでしょう．アース回路の取り回しはもちろん，NFB回路にも留意して配線した結果ではありますが，初段にヒータのないFETを使って60Hzの交流から無縁となっていることが大きく寄与していると思っています．

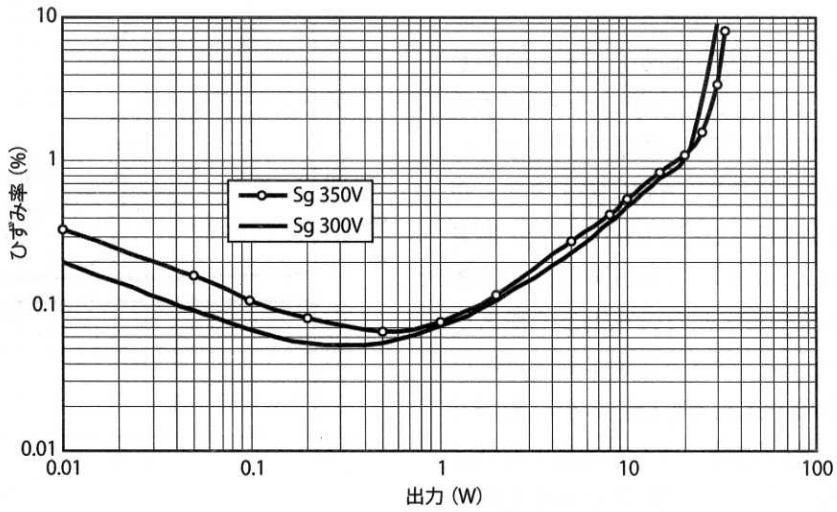
(5) クロストーク (第12図)

残留ノイズが小さいので期待しましたが，左右とも−80dB以下ですから優秀な部類とは思うものの，マズマズの結果なので，以前作った1kHz専用のクロストーク測定器を持ち出すまでもないと考え，真の数値と思しきものの測定はしませんでした．このレベルであれば，−100dB程度に優秀なアンプと比較しない限り，定位の曖昧さを感じることはないと思っています．

試聴と感想

エイジングが進んでいないせいか若干の硬さは残りますが，実にシャープで躍動感と実在感のある，いかにもCSPPらしい音を最初から聴かせてくれます．

CSPPは不思議なアンプで，過去の1例だけを除いて，作るたびに感動と喜びを与えてくれます．若干不安だったブート・ストラップの弊害もまったく感じません．感動しなかった例外作品は作り直して再確認しなければならない，とまで考えさせます．



〈第13図〉スクリーン電圧350V，300Vのときの1kHz，NFBありのひずみ率

ただ，本機で若干残念なのは，力不足のせいで胸を張って30Wアンプといえなかった点です．そこで念のため，ツェナーを短絡しSg電圧をプレートと同じ350Vにして特性をとってみた――もちろんアイドリング電流は65mAも再調整しています――ところ，予感が的中しました．その結果を**第13図**に示しますが，設計段階で考えた理屈はともかく，小中出力域では，わずかにひずみが増えるものの，最大出力付近のひずみ率は大きく低下し，30Wで3.4%となりましたから，最大出力30Wといっても十分通用するものであることがわかりました（現アンプの出力30Wでのひずみ率は8%です）．

このあたりがアンプ作りのおもしろさというか，ハマッテしまうところでもあります．電気は理屈とおりにしか動きませんから，設計段階のどこかで検討の不備が漏れがあるのでしょう．

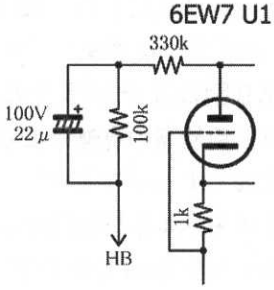
まあ，そうはいっても，25Wと30Wでは，見た目の数値の印象はともかく，電力としては1dB以下の差でしかありませんし，実質的に意味のある違いとはいえません．筆者はSg電圧300Vのほうが動作の点で合理的なので，300Vに戻して使っています．

しかし，いずれはブート・ストラップという難しい手段を使わず，プレート・チョークを使って十分なドライブ振幅を確保したアンプをご紹介したいと考えています．

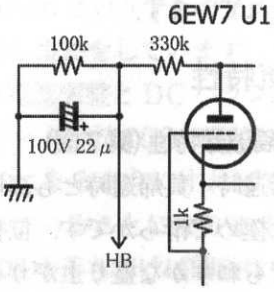
●2月号「6EW7SRPPアンプ」の回路の訂正

2月号「6EW7SRPPアンプ」記事中，ヒータ・バイアスの分電部分の接続に間違いがありましたので，お詫びかたがた訂正させていただきます．

(誤)



(正)



Only One Products

6L6GC-CSPP 25Wパワー・アンプの製作

製作★塩田春樹　●本文製作記事参照

◆コンパクトなシャーシにきっちりと組み込まれた各パーツ類は見事である

◆出力は25W／chと余裕があるのは6L6GCならでは